

## M4-014 Pengaruh Perbedaan Ukuran Butir Media Arang Tempurung Kelapa – Barium Karbonat terhadap Peningkatan Mekanik Khususnya Harga Kekerasan Permukaan Material ST37 dalam Proses Pack Carburizing

**Bambang Kuswanto, A.P. Bayuseno dan Ismoyo Haryanto**

Program Studi Magister Teknik Mesin, Program Pasca Sarjana  
Universitas Diponegoro

### Abstract

*Material ST 37 umumnya banyak digunakan sebagai material dasar untuk pembuatan komponen mesin. Material ini termasuk jenis baja karbon rendah, yang memiliki kandungan karbon dibawah 0,35 %. Agar bisa digunakan untuk komponen mesin seperti roda gigi, poros dan sejenisnya, material ini harus melalui proses penambahan karbon. Pack Carburizing merupakan metoda penambahan karbon menggunakan media karbon padat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh penggunaan perbedaan butir arang tempurung kelapa, terhadap perubahan kekerasan pada specimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak berpengaruh penggunaan beda butir arang tempurung kelapa yang digunakan pada proses pack carburizing, terhadap harga kekerasan permukaan.*

*Kata kunci : baja ST 37, beda butir, pack carburizing*

### 1. Pendahuluan

Perbedaan harga yang cukup besar antara baja karbon rendah dengan baja karbon tinggi, menyebabkan baja karbon rendah lebih banyak digunakan untuk material dasar komponen mesin. Material ST 37 termasuk dalam kelompok baja jenis ini, karena memiliki kandungan karbon di bawah 0,35 %. Pada komponen mesin yang tidak membutuhkan sifat keras, penggunaan material dasar dari ST 37 umumnya cukup kuat untuk menerima beban sesuai perencanaan. Namun bila membutuhkan sifat yang lain seperti tahan aus, karena kerjanya harus selalu bergesekan antar permukaan seperti roda gigi, poros dan sejenisnya, bila menggunakan material dasar (raw materials) ST 37 membutuhkan proses penambahan karbon. Pack Carburizing merupakan salah satu metoda yang bisa digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran butir arang yang digunakan untuk media pengkarbonan. Melalui harga kekerasan dari masing-masing specimen yang dihasilkan oleh ukuran butir yang berbeda.

Proses pack carburizing didefinisikan sebagai proses pelapisan permukaan baja dengan karbon padat menggunakan temperatur tinggi. Pada temperatur kritis baja memiliki kecenderungan untuk berafinitas dengan karbon, dimana karbon akan diabsorpsi kedalam baja membentuk larutan padat dan lapisan luar memiliki kandungan karbon lebih tinggi. Penggunaan panas dengan suhu austenisasi antara 850 ° C sampai

950 ° C, media karbon akan teroksidasi menghasilkan gas CO dan CO. Gas CO akan bereaksi dengan permukaan baja membentuk atom karbon ( C ).

Penelitian ini menggunakan media karbon padat dari arang tempurung kelapa berupa serbuk (powder). Serbuk tersebut terdiri dari butiran yang memiliki ukuran tertentu. Pengelompokan ukuran dilakukan untuk mendapatkan butiran serbuk yang seragam. Apabila sekumpulan butir benda padat menyatu membentuk suatu bangun, maka akan nampak susunan tersebut sebagaimana akan berupa ruang kosong. Ruang ini terbentuk dan berada diantara tumpukan butir-butir serbuk tersebut. Ukuran ruang kosong ini tergantung pada ukuran butir serbuk yang membentuknya. Semakin besar ukuran butir serbuk, semakin besar pula ruang kosong yang terbentuk. Begitu pula akan terjadi sebaliknya pada butiran kecil. Ruangan ini terisi udara yang dibutuhkan pada saat berlangsungnya proses carburizing. Terbentuknya ukuran ruang udara yang berbeda ini akan dicari pengaruhnya terhadap kekerasan permukaan specimen.

Manfaat hasil penelitian ini berupa perbaikan kualitas baja karbon rendah yang tidak bisa dikeraskan karena kandungan karbon kurang dari 0,35 %, menjadi baja dengan kandungan karbon diatas 0,35 % yang memenuhi syarat untuk dikeraskan. Pack carburizing digunakan karena merupakan metoda yang lebih aman dibandingkan dengan metoda penambahan karbon pada baja yang lain. Walaupun memiliki keterbatasan yang disebabkan oleh kemampuan media karbon dalam melakukan difusi ke dalam baja. Namun keterbatasan ini bisa menjadi keuntungan bila ditinjau dari fungsi komponen mesin untuk mendukung kerja konstruksi mesin. Karena ada beberapa komponen mesin yang dikehendaki memiliki sifat keras dipermukaan, tetapi tetap ulet di intinya. Sifat material seperti ini dicapai melalui perlakuan panas berupa pengerasan permukaan . Karena yang diminta hanya keras dipermukaannya saja, maka hasil dari proses carburizing cocok untuk digunakan sebagai pilihan.

## 2. Metode Penelitian

### Material Percobaan

Penelitian ini menggunakan material baja ST 37 yang dijual di pasar, sebagai material baku (*raw materils*) untuk pembuatan *specimen*. Material baja jenis ini banyak dibutuhkan oleh masyarakat, Oleh karena itu baja ST 37 sangat mudah diperoleh hampir di setiap toko besi/baja. Berbagai bentuk dan ukuran tersedia, bahkan kemungkinan juga kualitasnya berbeda-beda. Untuk keperluan penelitian dilakukan kepastian kualitas dari ST 37 yang digunakan dengan hasil pengujian sebagai berikut,

( 1 ). Hasil uji tarik :

$$\text{Kekuatan tarik yield } (\sigma_y) = 30,78 \quad [ \text{Kg} / \text{mm}^2 ],$$

$$\text{Kekuatan tarik maksimum } (\sigma_t) = 44 \quad [ \text{Kg} / \text{mm}^2 ].$$

( Politeknik Negeri Semarang, 15 Juli 2009 )

( 2 ). Hasil uji komposisi kimia :

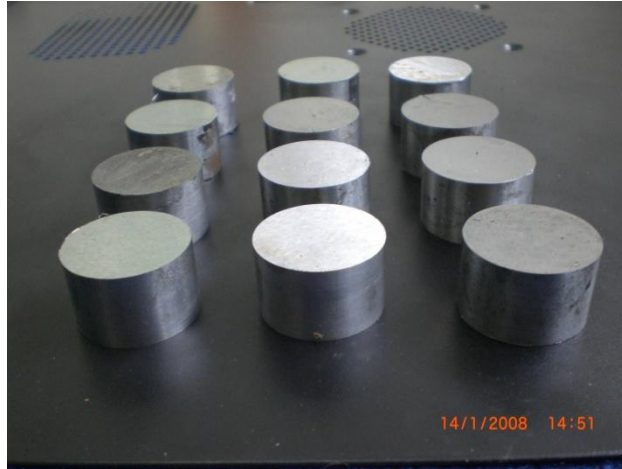
98,16 % Fe, 0,044 % C, 0,233 % Si, 0,951 % Mn,  
0,042 % P, 0,030 % S, 0,032 % Mo, 0,055 % Ni,  
0,028 % Al, 0,0014 % B, 0,038 % Cu, 0,005 % Nb,  
0,022 % Sn, 0,030 % Ti, 0,128 % V.

( Politeknik Manufaktur Ceper, 07 Juli 2009)

## Prosedur Percobaan

Bentuk *specimen* yang digunakan dalam percobaan ini disesuaikan dengan keperluan pengujian. Pembentukan dikerjakan menggunakan mesin bubut untuk membuat bentuk silinder, dan finishing menggunakan mesin gerinda silinder untuk mendapatkan permukaan yang halus. Langkah ini diakhiri dengan melakukan polishing pada masing-masing permukaan specimen. Sebagian specimen dapat dilihat pada gambar 1.

Selanjutnya *specimen* dikelompokkan untuk menjalani proses *pack carburizing* dengan berbeda ukuran butir media karbonnya. Media karbon menggunakan arang tempurung kelapa berbentuk bubuk (*powder*). Bubuk arang tempurung kelapa masing-masing percobaan dibedakan besar ukuran butirnya. Butir bubuk menggunakan empat (4) ukuran yaitu: 0,09, 0,15, 0,212 dan 0,3 [mm].



Gambar 1: Spesimen

Menggunakan barium karbonat 10 % dicampurkan kedalam bubuk arang tempurung kelapa sebagai zat energizer. Bersama *specimen* masing-masing campuran bubuk arang tempurung kelapa (90%) dan barium karbonat (10 %) dimasukkan kedalam kotak baja tertutup rapat. Proses menggunakan suhu carburizing 900 ° C dengan waktu penahanan 2 [jam] . Setelah proses selesai suhu dapur diturunkan perlahan-lahan sampai menunjukkan 350 ° C, kotak baja dikeluarkan dari dapur dan specimen diangkat untuk didinginkan di udara terbuka. Setelah dingin masing-masing specimen diuji kekerasan

permukaannya menggunakan metoda Brinell. Dapur pemanas yang digunakan selama penelitian ini dapat diperhatikan pada gambar 2.



Gambar 2: Dapur Pemanas yang digunakan

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil Pengujian

*Specimen* diuji harga kekerasannya sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan *pack carburizing*, hasilnya sebagai berikut:

( 1 ). Sebelum percobaan

- Kelompok “ A “ = 121 [ HB ]
- Kelompok “ B “ = 121 [ HB ]
- Kelompok “ C “ = 121 [ HB ]
- Kelompok “ D “ = 121 [ HB ]

( 2 ) Sesudah percobaan

- Kelompok “ A “ = 139 [ HB ]
- Kelompok “ B “ = 139 [ HB ]
- Kelompok “ C “ = 139 [ HB ]
- Kelompok “ D “ = 139 [ HB ]

#### Pembahasan

Empat kelompok specimen A, B, C dan D untuk menandai penggunaan perbedaan butir arang tempurung kelapa. Kelompok “ A “ menggunakan arang tempurung kelapa berukuran butir 0,3 mm, kelompok “ B “ menggunakan ukuran butir 0,212 mm, kelompok “ C “ menggunakan ukuran butir 0,15 mm dan kelompok “ D “ menggunakan ukuran butir 0,09 mm.

Pengujian terhadap *specimen* dilakukan menggunakan mesin uji kekerasan makro. Mesin uji jenis ini banyak digunakan untuk keperluan praktis di lapangan. Penggunaan beban yang cukup besar sebagai gaya tekan, merupakan salah satu kekurangan dari alat uji ini, sehingga tidak dapat mendeteksi terjadinya perubahan yang kecil. Namun untuk keperluan fabrikasi hasil pengukuran alat ini sudah bisa digunakan. Metoda Brinell dipertimbangkan karena menggunakan gaya tekan relatif cukup kecil bila dibandingkan metoda lain sesuai kemampuan mesin uji yang digunakan.

Seperti dijelaskan diatas bahwa hasil percobaan menunjukkan, diperoleh peningkatan harga kekerasan dari *specimen* bila ditinjau dari sebelum dan sesudah dilakukan *pack carburizing*. Hasil ini secara umum menunjukkan telah terjadi difusi karbon ke dalam permukaan baja. Peristiwa ini bisa diketahui dari penambahan harga kekerasan mula 121 [ HB ] menjadi 139 [HB]. Penambahan ini merupakan salah satu dari akibat perlakuan yang diberikan pada *specimen*. Sementara itu untuk perlakuan yang berupa penggunaan ukuran butir yang berbeda-beda belum kelihatan adanya perbedaan. Artinya bahwa penggunaan mesin uji kekerasan makro pada *specimen* hasil perlakuan *pack carburizing* tidak menunjukkan adanya harga kekerasan yang berbeda..

Secara fisik yang terlihat pada setiap permukaan *specimen* telah terjadi perubahan warna lebih gelap (hitam) dari sebelumnya. Permukaan yang masih tampak licin mengkilap setelah *specimen* dikeluarkan dari kotak (*box*) baja, menunjukkan selama proses berlangsung dalam kondisi tertutup rapat. Perubahan permukaan ini perlu ditindak lanjuti dengan pengujian-pengujian lain yang masih relevan dengan tujuan penelitian. Ataupun memperdalam lagi pengujian harga kekerasan permukaan dengan alat uji kekerasan material yang bersifat mikro, agar dapat mengukur perubahan yang terkecil.

#### 4. Kesimpulan

Uraian pada pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Telah terjadi proses difusi dari media karbon yang digunakan selama proses *pack carburizing*. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan harga kekerasan permukaan *specimen* sebelum dan sesudah berlangsungnya proses.
2. Perbedaan ukuran butir arang tempurung kelapa yang digunakan sebagai media karbon, pada pengujian kekerasan makro tidak ditemukan perbedaan. Atau dengan kata lain bahwa tidak ada pengaruh yang diakibatkan oleh penggunaan ukuran butir arang tempurung kelapa yang berbeda.
3. Perlu dilanjutkan dengan pengujian lain yang relevan dengan tujuan penelitian untuk mengetahui akibat lanjutan dari perlakuan penggunaan perbedaan ukuran butir arang tempurung kelapa pada proses *pack carburizing*.

# Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

*Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009*

## 5. Daftar Pustaka

1. Abbaschian, R., Robert, E., 1994, *Physical Metallurgy Principles, Universitas of Florida, USA* : PWS Publishing Company, Third Edition.
2. Amstead B. H., dkk, 1992, *Teknologi Mekanik (Alih bahasa: Sriati Djaprie)*. Jakarta: Erlangga, Edisi Ketiga, Jilid 2
3. Boyer, H. E., dan Gall, T. L., 1985, *Metal hand book, Desk Edition*, ASM Ohio.
4. Darmanto, 2006, Pengaruh Holding Time Terhadap Sifat Kekerasan Dengan Refining The Core Pada Proses Carburizing Material Baja Karbon Rendah, *Jurnal Traksi Vol 4, No. 2*, Desember 2006.
5. Malau, V, 2003, *Perlakuan Permukaan*, Diktat Bahan Kuliah S<sub>2</sub> UGM Yogyakarta, p: 2
6. Mujiyono dan A. L. Sumowidagdo, 2008, Meningkatkan Efektifitas Karburasi Padat Pada Baja Karbon Rendah Dengan Optimasi Ukuran Serbuk Arang Tempurung Kelapa, *Jurnal Teknik Mesin*, April 2008/vol 10/No:1
7. Prabudev, K. H., 1988, *Hand Book of Heat Treatment of Steel, New Delhi*: Mc Graw-Hill Publishing Company Limited.
8. Rumendi. U dan Purnawarman. O, 2006, Pahat bubut baja St 37 sebagai pahat alternatif pengganti pahat bubut HSS melalui proses karburasi arang batok, makalah Seminar on Application and Research in Industrial Technology, SMART 2006, UGM Yogyakarta.
9. Rosfian Arsyah Dahar, 2003, Pengaruh Suhu Sementasi Dan Waktu Tahan Suhu Proses Sementasi Dalam Media Padat Terhadap Kekerasan Lapisan Pasca Pengerasan Dan Pemudaan Baja 15 Cr N16, *Jurnal MESIN*, Volume 5, Nomer 1, Januari 2003.
10. Shackelford. J. F, 1992, *Introduction to Materials Science for Engineers, New York*: Macmillan Publishing Company, Third Edition.
11. Surdia. T dan Shinoku, 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: PT Pradnya Paramita, Cetakan keempat.
12. Suryanto. H, Malau. V dan Samsudin, 2003, Pengaruh penambahan barium karbonat pada media karburasi terhadap karakteristik kekerasan lapisan karburasi baja karbon rendah, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, Unibraw, Malang*
13. Sudarsono, dkk, 2003, Pengaruh temperatur dan waktu tahan karburasi padat terhadap kekerasan permukaan baja AISI – SAE 1522, *Prosiding Seminar nasional aplikasi sains dan teknologi*, Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
14. Sugondo., Mujinem dan M.M Lilis Windaryati, 2006, Difusi Karbon Akibat Pelapisan Grafit Pada Kelongsong Zircaloy – 2, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 7.No. 2, Februari 2006

## Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

*Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009*

---

15. Suprpto., Sayono dan Lely Susita R. M, 2006, Karburasi Baja ST 40 Dengan Teknik Sputtering, Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 8, No.1, Oktober 2006.
16. Supriyono dan Tri Widodo Besar Riyadi, 2002, Pengaruh Pengarbonan Dengan Media Limbah Kayu Mahoni Terhadap Sifat Lelah Spesimen Baja Karbon Rendah Bertakik – V, Jurnal POROS, Volume 5, Nomer #, Juli 2002
17. Syamsuir, 2003, Pengaruh karburasi terhadap kekerasan baja DIN 15 Cr Ni6 (MS 7210), Tesis, UGM, Yogyakarta.
18. Vlack, L. H. Van, 2004, Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material (Alih bahasa, Sriati Djaprie), Jakarta, Erlangga, Edisi keenam.